

For : The Patent Application.

Our Ref. : NT1085US

* LIST OF THE REFERENCES

1. Japanese Laid-open No. 07-273006
2. Japanese Laid-open No. 2000-243337

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-243337

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl.

H01J 37/153

G03F 7/20

H01J 37/12

H01J 37/305

(21)Application number : 11-041510

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 19.02.1999

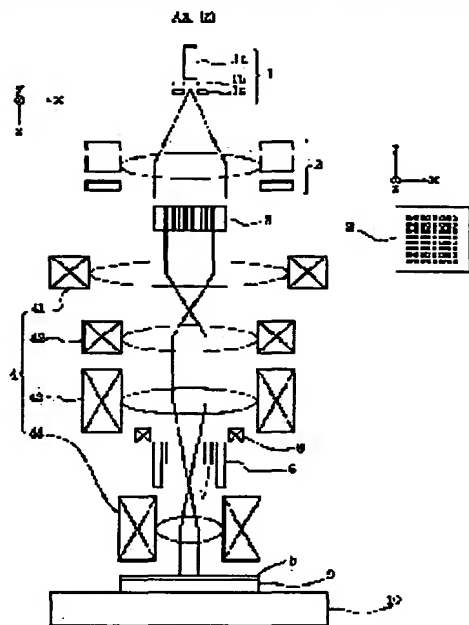
(72)Inventor : MURAKI MASATO

(54) CHARGED PARTICLE BEAM EXPOSURE DEVICE, AND MANUFACTURE OF DEVICE USING THIS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multicharged particle beam lithography device capable of a stable and high writing accuracy exposure.

SOLUTION: This device comprises a reducing electronic optical system 4 for reducibly projecting plural charged particle beams and plural electronic optical systems two-dimensionally arranged in a first plane orthogonal to the optical axis of the reducing electronic optical system 4, the electronic optical systems juxtaposed in the first direction are composed of a first electronic optical system array connected by common wiring and plural electronic optical systems two-dimensionally arranged in a second plane orthogonal to the optical axis, the electronic optical systems juxtaposed in the second direction orthogonal to the first direction have a second electronic optical system array connected by the common wiring, the respective charged particle beams form an intermediate image via the electronic optical systems of the corresponding first/second electronic optical system arrays, and a correction electronic optical system 3 for setting the optical characteristic is provided with respective plural electronic optical systems connected by the common wiring to correct an aberration generated when reducibly projecting the intermediate image on the exposure surface via the reducing electronic optical system 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-243337

(P2000-243337A)

(43) 公開日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	タームコード [*] (参考)
H 0 1 J 37/153		H 0 1 J 37/153	Z 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20		G 0 3 F 7/20	5 C 0 3 3
H 0 1 J 37/12		H 0 1 J 37/12	5 C 0 3 4
37/305		37/305	B

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-41510

(22) 出願日 平成11年2月19日 (1999.2.19)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 村木 真人

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内

(74) 代理人 100090538

弁理士 西山 恵三 (外2名)

Fターム (参考) 2H097 BA01 BB03 CA07 CA16 GB01

KA38 LA10

5C033 CC01 CC06 JJ01

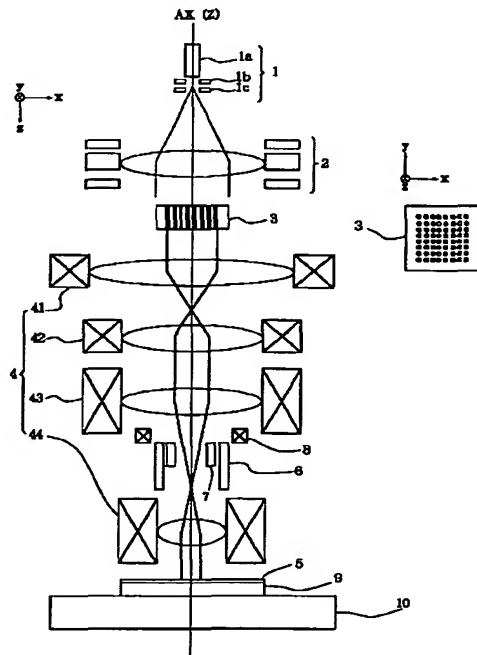
5C034 BB02 BB04 BB08 BB10

(54) 【発明の名称】 荷電粒子線露光装置及び該装置を用いたデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 安定で描画精度の高い露光ができるマルチ荷電粒子線描画装置を提供する。

【解決手段】 複数の荷電粒子線を縮小投影する縮小電子光学系4と、縮小電子光学系4の光軸と直交する第1平面内に2次元に配列された複数の電子光学系から成り、第1の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第1の電子光学系アレイ (LA1) と、前記光軸と直交する第2平面内に2次元に配列された複数の電子光学系から成り、前記第1の方向と直交する第2の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第2の電子光学系アレイ (LA2) とを有し、各荷電粒子線が対応する前記第1、第2の電子光学系アレイの電子光学系を介して中間像を形成し、前記中間像が前記縮小電子光学系を介して前記被露光面に縮小投影される際に発生する収差を補正するために前記共通の配線で接続されている複数の電子光学系毎にその光学特性を設定する補正電子光学系3とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の荷電粒子線を用いて被露光面を露光する荷電粒子線露光装置において、

前記複数の荷電粒子線を縮小投影する縮小電子光学系と、

前記縮小電子光学系の光軸と直交する第1平面内に2次元に配列された複数の電子光学系から成り、第1の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第1の電子光学系アレイと、前記光軸と直交する第2平面内に2次元に配列された複数の電子光学系から成り、前記第1の方向と直交する第2の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第2の電子光学系アレイとを有し、各荷電粒子線が対応する前記第1、第2の電子光学系アレイの電子光学系を介して中間像を形成し、前記中間像が前記縮小電子光学系を介して前記被露光面に縮小投影される際に発生する収差を補正するために前記共通の配線で接続されている複数の電子光学系毎にその光学特性を設定する補正電子光学系とを有することを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【請求項 2】 前記収差は像面湾曲であることを特徴とする請求項 1 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 3】 前記光学特性は、焦点距離であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 4】 前記第1、第2の電子光学系アレイのそれぞれは、同一基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 5】 前記補正電子光学系は、さらに、前記光軸と直交する第3平面内に2次元に配列された複数の電子光学系を有し、第3の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第3の電子光学系アレイと、前記光軸と直交する第4平面内に2次元に配列された複数の電子光学系を有し、前記第3の方向と直交する第4の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第4の電子光学系アレイとを有し、前記複数の荷電粒子の各荷電粒子が対応する前記第1、第2、第3、第4の電子光学系アレイの電子光学系を介して中間像を形成し、前記中間像が前記縮小電子光学系を介して前記被露光面に縮小投影される際に発生する収差を補正するために前記共通の配線で接続されている複数の電子光学系毎に光学特性を設定することを特徴とする請求項 1 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 6】 前記第1、第2、第3、第4の電子光学系アレイのそれぞれは、同一基板上に形成されていることを特徴とする請求項 5 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 7】 前記収差は像面湾曲であることを特徴とする請求項 4 乃至 5 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 8】 前記光学特性は、焦点距離であることを特徴とする請求項 4 乃至 6 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 9】 各荷電粒子が対応する前記第1、第2、第3、第4の電子光学系アレイの電子光学系を介して中

間像を形成する際、該各荷電粒子線は略同一な収斂作用を受け、該各荷電粒子線が前記縮小電子光学系を介して前記被露光面に縮小投影される際に発生する像面湾曲に応じた位置に収斂することを特徴とする請求項 4 乃至 7 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 10】 荷電粒子線を放射する線源と、該線源からの荷電粒子線を略平行にする照明電子光学系と、前記縮小電子光学系の光軸に直交する方向に複数の開口を有し、前記照明電子光学系から略平行な電子ビームが照明される開口アレイとを有し、前記複数の荷電粒子線の各荷電粒子線は、該開口アレイの各開口からの荷電粒子線であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 11】 前記各荷電粒子線を個別に遮断する遮断手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 12】 前記遮断手段は、各荷電粒子線を個別に偏向させる複数の偏向手段を有することを特徴とする請求項 10 の荷電粒子線露光装置。

【請求項 13】 請求項 1 乃至 11 の荷電粒子線露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に半導体集積回路等の露光に用いられる電子ビーム露光装置、イオンビーム露光装置等の荷電粒子線露光装置に関するものである。特に、複数の荷電粒子線を用いてパターン描画を行う荷電粒子線露光装置及び該装置を用いたデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】複数の荷電粒子線を用いたマルチ荷電粒子線露光装置として、例えば、特開平9-248708に提案されている電子ビーム露光装置がある。この電子ビーム露光装置は、縮小電子光学系を介して複数の電子ビームを被露光面に投影し、複数の電子ビームを共通の偏向器によって被露光面上を走査すると共に各電子ビームの照射を個別に制御して、パターンを描画する。そして、この装置の特徴は、図12に示すような縮小電子光学系の光軸AXに直交する平面に配列された複数の要素電子光学系ELからなる要素電子光学系アレイELAを設け、各電子ビームEBが対応する要素電子光学系を介して中間像imgを形成し、その中間像imgを縮小電子光学系を介して被露光面に投影すると共に、縮小電子光学系を介して複数の電子ビームが被露光面に投影する際に発生する収差を補正するために、複数の要素電子光学系ELの光学特性を個別に調整しているところにある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】図12に示すように、要素電子光学系アレイELAは、開口に対応して形成され

たドーナツ状電極が複数配列された上部電極UE、中間電極CE、下部電極LEの3枚を絶縁物を介在させて積層されたもので、各電極の対応する開口で一つ要素電子光学系E1を構成している。各要素電子光学系の上部・下部の電極の全てを共通の配線で接続して同一の電位に設定し、中間電極の電位を個別に設定することにより要素電子光学系の光学特性を個別に調整している。図12に示すように、中間電極の電位を個別に設定するには各要素電子光学系の中間電極を個別の配線wで制御系に接続する必要がある。ところが、要素電子光学系の数が増えると、当然のことながら制御系の対象も増え、更に、配線が密になるため、配線間で短絡したり、配線同士の影響により設定電位に誤差が生じるという問題ある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は前記した従来の問題点を鑑みてなされたものであり、本発明の電子ビーム露光装置のある形態は、複数の荷電粒子線を用いて被露光面を露光する荷電粒子線露光装置において、前記複数の荷電粒子線を縮小投影する縮小電子光学系と、前記縮小電子光学系の光軸と直交する第1平面内に2次元に配列された複数の電子光学系から成り、第1の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第1の電子光学系アレイと、前記光軸と直交する第2平面内に2次元に配列された複数の電子光学系から成り、前記第1の方向と直交する第2の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第2の電子光学系アレイとを有し、各荷電粒子線が対応する前記第1、第2の電子光学系アレイの電子光学系を介して中間像を形成し、前記中間像が前記縮小電子光学系を介して前記被露光面に縮小投影される際に発生する収差を補正するために前記共通の配線で接続されている複数の電子光学系毎にその光学特性を設定する補正電子光学系とを有することを特徴とする。

【0005】前記収差は像面湾曲であることを特徴とする。

【0006】前記光学特性は、焦点距離であることを特徴とする。

【0007】前記第1、第2の電子光学系アレイのそれぞれは、同一基板上に形成されていることを特徴とする。

【0008】前記補正電子光学系は、さらに、前記光軸と直交する第3平面内に2次元に配列された複数の電子光学系を有し、第3の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第3の電子光学系アレイと、前記光軸と直交する第4平面内に2次元に配列された複数の電子光学系を有し、前記第3の方向と直交する第4の方向に並ぶ電子光学系は共通の配線で接続されている第4の電子光学系アレイとを有し、前記複数の荷電粒子の各荷電粒子が対応する前記第1、第2、第3、第4の電子光学系アレイの電子光学系を介して中間像を形成し、前記中間像が前記縮小電子光学系を介して前記被露光面に

縮小投影される際に発生する収差を補正するために前記共通の配線で接続されている複数の電子光学系毎に光学特性を設定することを特徴とする。

【0009】前記第1、第2、第3、第4の電子光学系アレイのそれぞれは、同一基板上に形成されていることを特徴とする。

【0010】前記収差は像面湾曲であることを特徴とする。

【0011】前記光学特性は、焦点距離であることを特徴とする。

【0012】各荷電粒子が対応する前記第1、第2、第3、第4の電子光学系アレイの電子光学系を介して中間像を形成する際、該各荷電粒子線は略同一な収斂作用を受け、該各荷電粒子線が前記縮小電子光学系を介して前記被露光面に縮小投影される際に発生する像面湾曲に応じた位置に収斂することを特徴とする。

【0013】荷電粒子線を放射する線源と、該線源からの荷電粒子線を略平行にする照明電子光学系と、前記縮小電子光学系の光軸に直交する方向に複数の開口を有し、前記照明電子光学系から略平行な電子ビームが照明される開口アレイとを有し、前記複数の荷電粒子線の各荷電粒子線は、該開口アレイの各開口からの荷電粒子線であることを特徴とする。

【0014】前記各荷電粒子線を個別に遮断する遮断手段を有することを特徴とする。

【0015】前記遮断手段は、各荷電粒子線を個別に偏向させる複数の偏向手段を有することを特徴とする。

【0016】本発明のデバイス製造方法のある形態は、上記荷電粒子線露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】荷電粒子線の一例として本実施形態では電子ビーム露光装置の例を示す。なお、電子ビームに限らずイオンビームを用いた露光装置にも同様に適用できる。

【0018】（実施形態）

（電子ビーム露光装置の構成要素説明）図1は本発明に係る電子ビーム露光装置の要部概略図である。

【0019】図1において、1は、カソード1a、グリッド1b、アノード1cよりなる電子銃1であって、カソード1aから放射された電子はグリッド1b、アノード1cの間でクロスオーバー像を形成する。（以下、このクロスオーバー像を電子源と記す）

【0020】この電子源から放射される電子は、その前側焦点位置が電子源位置にあるコンデンサーレンズ2によって略平行の電子ビームとなる。本実施形態のコンデンサーレンズ2は、3枚の開口電極で構成されるユニポテンシャルレンズである。略平行な電子ビームは、補正電子光学系3に入射する。要素電子光学系アレイ3は、アパーチャアレイ、ブランカーアレイ、要素電子光学系ア

レイユニット、ストッパーアレイで構成される。補正電子光学系3の詳細については後述する。

【0021】補正電子光学系3は、光源の中間像を複数形成し、各中間像は後述する縮小電子光学系4によって縮小投影され、ウエハ5上に光源像を形成する。

【0022】その際、ウエハ5上の光源像の間隔が光源像の大きさの整数倍になるように、補正電子光学系3は複数の中間像を形成する。更に、補正電子光学系3は、各中間像の光軸方向の位置を縮小電子光学系4の像面湾曲に応じて異ならせるとともに、各中間像が縮小電子光学系4によってウエハ5に縮小投影される際に発生する収差を予め補正している。

【0023】縮小電子光学系4は、第1投影レンズ41(43)と第2投影レンズ42(44)とからなる対称磁気タブレットで構成される。第1投影レンズ41(43)の焦点距離を f_1 、第2投影レンズ42(44)の焦点距離を f_2 とすると、この2つのレンズ間距離は f_1+f_2 になっている。光軸上AXの物点は第1投影レンズ41(43)の焦点位置にあり、その像点は第2投影レンズ42(44)の焦点に結ぶ。この像は $-f_2/f_1$ に縮小される。また、2つのレンズ磁界が互いに逆方向に作用する様に決定されているので、理論上は、球面収差、等方性非点収差、等方性コマ収差、像面湾曲収差、軸上色収差の5つの収差を除いて他のザイデル収差および回転と倍率に関する色収差が打ち消される。

【0024】6は、要素電子光学系アレイ3からの複数の電子ビームを偏向させて、複数の光源像をウエハ5上でX,Y方向に略同一の変位量だけ変位させる偏向器である。偏向器6は、図示はされていないが、偏向幅が広い場合に用いられる主偏向器と偏向幅が狭い場合に用いられる副偏向器で構成されていて、主偏向器は電磁型偏向器で、副偏向器は静電型偏向器である。

【0025】7は偏向器6を作動させた際に発生する偏向収差による光源像のフォーカス位置のずれを補正するダイナミックフォーカスコイルであり、8は、ダイナミックフォーカスコイル7と同様に、偏向により発生する偏向収差の非点収差を補正するダイナミックスティグコイルである。

【0026】9は、ウエハを載置し、光軸AX(Z軸)方向とZ軸回りの回転方向に移動可能な θ -Zステージであって、前述したステージ基準板13とファラデーカップ10が固設されている。

【0027】10は、 θ -Zステージを載置し、光軸AX(Z軸)と直交するXY方向に移動可能なXYステージである。

【0028】次に、図2を用いて補正電子光学系3について説明する。

【0029】図2(A)は、電子銃1側から補正電子光学系3を見た図であり、図2(B)は図2(A)のAA'断面図である。

【0030】前述したように、補正電子光学系2は、光

軸AXに沿って、電子銃1側から順に配置された、アパーチャアレイAA、ブランカーアレイBA、要素電子光学系アレイユニットLAU、ストッパーアレイSAで構成される。

【0031】アパーチャアレイAAは、基板に複数の開口が形成されており、コンデンサーレンズ2から略平行な電子ビームを複数の電子ビームに分割する。

【0032】ブランカーアレイBAは、アパーチャアレイAAで分割された複数の電子ビームを個別に偏向する偏向手段を一枚の基板上に複数形成したものである。そのひとつの偏向手段の詳細を図3に示す。基板301は、開口APを有し、302は、開口APを挟んだ一対の電極で構成され、偏向機能を有するブランキング電極である。また、基板上301には、ブランキング電極302を個別にon/offするための配線(W)が形成されている。

【0033】図2に戻り、要素電子光学系アレイユニットLAUは、同一平面内に複数の電子レンズを2次元配列して形成した電子レンズアレイである、第1電子光学系アレイLA1、第2電子光学系アレイLA2、第3電子レンズアレイLA3、第4電子レンズアレイLA4で構成される。

【0034】図4は、第1電子光学系アレイLA1を説明する図である。第1電子レンズアレイLA1は、開口に対応して形成されたドーナツ状電極が複数配列された上部電極UE、中間電極CE、下部電極LEの3枚を絶縁物を介在させて積層されたもので、光軸AX方向に並ぶ上・中・下電極で一つの電子レンズELいわゆるユニポテンシャルレンズを構成している。各電子光学系の上部・下部の電極の全てを共通の配線(w)で接続して同一の電位に設定している。(本実施形態では、電子ビームの加速電位にしている)そして、y方向に並ぶ各電子レンズの中間電極は共通の配線(w)で接続されている。その結果は、後述するLAU制御回路12により、y方向に並ぶ各電子レンズの中間電極毎の電位を個別に設定することにより、y方向に並ぶ電子レンズの光学特性は略同一に設定され、y方向に並ぶ電子レンズ毎の光学特性(焦点距離)をそれぞれ個別に設定している。言い換えれば、y方向に並び同一の光学(焦点距離)に設定される電子レンズを一つのグループとし、y方向と直交するx方向に並ぶグループの光学特性(焦点距離)をそれぞれ個別に設定している。

【0035】図5は、第2電子レンズアレイLA2を説明する図である。第2電子レンズアレイLA2が第1電子レンズ系アレイLA1と異なる点は、x方向に並ぶ各電子レンズの中間電極は共通の配線(w)で接続されている点である。その結果は、後述するLAU制御回路12により、x方向に並ぶ各電子レンズの中間電極毎の電位を個別に設定することにより、x方向に並ぶ電子レンズの光学特性は略同一に設定され、x方向に並ぶ電子レンズ毎の光学特性を個別に設定している。言い換えれば、x方向に並び同一の光学(焦点距離)に設定される電子レンズを一つのグループとし、y方向に並ぶグループの光学

特性（焦点距離）をそれぞれ個別に設定している。

【0036】第3電子光学系アレイLA3は、第1電子光学系アレイLA1に同じであり、第4電子光学系アレイLA4は、第2電子光学系アレイLA2に同じである。

【0037】次に、電子ビームが上記説明した補正電子光学系3によって受ける作用に関して、図6を用いて説明する。

【0038】アパーチャアレイAAによって分割された電子ビームEB1、EB2は、互いに異なるブランキング電極を介して、要素電子光学系アレイユニットLAUに入射する。電子ビームEB1は、第1電子光学系アレイLA1の電子レンズEL11、第2電子光学系アレイLA2の電子レンズEL21、第3電子レンズアレイLA3の電子レンズEL31、第4電子レンズアレイLA4の電子レンズEL41を介して、電子源の中間像img1を形成する。一方、電子ビームEB2は、第1電子レンズアレイLA1の電子レンズEL12、第2電子レンズアレイLA2の電子レンズEL22、第3電子レンズアレイLA3の電子レンズEL32、第4電子レンズアレイLA4の電子レンズEL42を介して、電子源の中間像img2を形成する。

【0039】その際、前述したように、第1、3電子レンズアレイLA1のx方向に並ぶ電子レンズは、互いに異なる焦点距離になるように設定されていて、第2、4電子レンズアレイLA1のx方向に並ぶ電子レンズは、同一の焦点距離になるように設定されている。更に、電子ビームEB1が通過する電子レンズEL11、電子レンズEL21、電子レンズEL31、電子レンズEL41の合成焦点距離と、電子ビームEB2が通過する電子レンズEL12、電子レンズEL22、電子レンズEL32、電子レンズEL42の合成焦点距離が略等しくなるように、各電子レンズの焦点距離を設定している。それにより、電子源の中間像img1とimg2とは略同一の倍率で形成されると共に、各中間像が縮小電子光学系4を介してウエハ5に縮小投影される際に発生する像面湾曲を補正するために、その像面湾曲に応じて、電子源の中間像

img1とimg2が形成される光軸AX方向の位置を異ならせしめている。

【0040】また、電子ビームEB1、EB2は、通過するブランキング電極に電界が印可されると、図中破線のようにその軌道を変え、ストッパーアレイSAの各電子ビームに対応した開口を通過できず、電子ビームEB1、EB2が遮断される。

【0041】次に、各中間像が縮小電子光学系4を介してウエハ5に縮小投影される際に発生する像面湾曲を補正するための、各電子レンズアレイの各電子レンズの焦点距離の設定方法について説明する。

【0042】説明の前に、設定方法の前提条件について述べる。

【0043】分割された各電子ビームは要素電子光学系アレイユニットLAUに略平行な電子ビームとして入射されるので、各電子ビームが通過する4つの電子レンズを一つの要素電子光学系EOS（図2参照）と定義すると、各電子ビームの中間像形成位置はその要素電子光学系の像側焦点位置に形成されることになる。また、各中間像の形成倍率は略同一にすることが必要であるので、各電子ビームの要素電子光学系EOSの焦点距離は略等しくなくてはならない。すなわち、特開平9-288991で提案されているように、縮小電子光学系4の像面湾曲に応じて、各電子ビームの中間像の光軸AX方向の位置を異ならせるには、各電子ビームが通過する4つの電子レンズの焦点距離を調整して、要素電子光学系EOSの像側主面位置を調整しなければならない。

【0044】また、各要素電子光学系EOS、電子レンズELまたは電子ビームを区別するために、図2(A)に示すように、各要素電子光学系EOS、電子レンズELまたは電子ビームをその配列位置(M,N)で定め、縮小電子光学系4の倍率1/50とし、その各電子ビーム(M,N)の像面湾曲を下表に示す。（単位は μm ）

【0045】

【表1】

M\N	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-10.0	-7.6	-5.9	-5.1	-5.1	-5.9	-7.6	-10.0
2	-7.6	-5.1	-3.5	-2.7	-2.7	-3.5	-5.1	-7.6
3	-5.9	-3.5	-1.8	-1.0	-1.0	-1.8	-3.5	-5.9
4	-5.1	-2.7	-1.0	-0.2	-0.2	-1.0	-2.7	-5.1
5	-5.1	-2.7	-1.0	-0.2	-0.2	-1.0	-2.7	-5.1
6	-5.9	-3.5	-1.8	-1.0	-1.0	-1.8	-3.5	-5.9
7	-7.6	-5.1	-3.5	-2.7	-2.7	-3.5	-5.1	-7.6
8	-10.0	-7.6	-5.9	-5.1	-5.1	-5.9	-7.6	-10.0

【0046】まずはじめに、配列位置(M,N) {M=N}に位置する電子レンズの焦点距離を設定する。ここで、配列位置(M,N) {M=N}の要素電子光学系EOSが2つの

電子レンズBEL1,BEL2（焦点距離 f_1 、 f_2 ）で構成され、本実施形態ではその合成焦点距離 f_0 を100mm、またその電子レンズの間隔が50mmと仮定する。

すると、像面湾曲を補正するには、配列位置 (M, N) の要素電子光学系EOSの中間像位置(単位mm)下記のようにすることが必要である。(ただし、その位置は縮小電子光学系4の軸上の物点を基準とする。また、縮小電子光学系4の倍率が1/50であるので、各中間像位置が像面

湾曲の2500倍であって逆方向に位置すると像面湾曲は補正される。)

【0047】

【表2】

(M, N)	(1,1)	(2,2)	(3,3)	(4,4)	(5,5)	(6,6)	(7,7)	(8,8)
中間像	25.00	12.76	4.59	0.51	0.51	4.59	12.76	25.00

【0048】そこで、合成焦点距離を100mm、像側主面位置の相対的位置関係が上記中間像の相対的位置関係になるように、各要素電子光学系EOSの焦点距離 f

1、f2を設定する。その実施例を下記に示す。

【0049】

【表3】

(M, N)	(1,1)	(2,2)	(3,3)	(4,4)	(5,5)	(6,6)	(7,7)	(8,8)
f1 (mm)	318.6	179.0	138.5	124.4	124.4	138.5	179.0	318.6
f2 (mm)	122.9	163.3	229.9	304.7	304.7	229.9	163.3	122.9

【0050】そして、BEL1が第1電子レンズアレイと第2電子レンズアレイのて対応する電子レンズで構成され、光学パワーが均等に配分されているとする。同様に、BEL2が第3電子レンズアレイと第4電子レンズアレイのて対応する電子レンズで構成され、光学パワーが均等に配分されているとする。

ズELの焦点距離は、下記のように決定されてしまう。

(各電子レンズアレイの電子レンズは、予め定められた方向に並ぶ電子レンズと同一の焦点距離にせっていされるから)

【0052】

【表4】

【0051】その結果、各電子レンズアレイの電子レンズ第1電子レンズアレイLA1 (* = 1~8)

(M, N)	(*,1)	(*,2)	(*,3)	(*,4)	(*,5)	(*,6)	(*,7)	(*,8)
f11 (mm)	637.2	358.0	277.0	248.8	248.8	277.0	358.0	637.2

第2電子レンズアレイLA2 (* = 1~8)

(M, N)	(1,*)	(2,*)	(3,*)	(4,*)	(5,*)	(6,*)	(7,*)	(8,*)
f12 (mm)	637.2	358.0	277.0	248.8	248.8	277.0	358.0	637.2

第3電子レンズアレイLA3 (* = 1~8)

(M, N)	(*,1)	(*,2)	(*,3)	(*,4)	(*,5)	(*,6)	(*,7)	(*,8)
f21 (mm)	245.8	326.6	459.8	609.4	609.4	459.8	326.6	245.8

第4電子レンズアレイLA4 (* = 1~8)

(M, N)	(1,*)	(2,*)	(3,*)	(4,*)	(5,*)	(6,*)	(7,*)	(8,*)
f22 (mm)	245.8	326.6	459.8	609.4	609.4	459.8	326.6	245.8

【0053】上記のように各電子レンズELの焦点距離を設定すると、配列位置 (M, N) の要素電子光学系EOSの合成焦点距離(単位mm)下記のようになり、すなわち各中間像の形成倍率は略同一になる。また、配列位置 (M, N) の要素電子光学系の中間像位置(単位mm)下記のよ

うになる。(ただし、その位置は縮小電子光学系4の軸上の物点を基準とする。

【0054】

【表5】

(合成焦点距離)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	100.0	100.6	102.0	103.1	103.1	102.0	100.6	100.0
2	100.6	100.0	100.4	100.9	100.9	100.4	100.0	100.6
3	102.0	100.4	100.0	100.1	100.1	100.0	100.4	102.0
4	103.1	100.9	100.1	100.0	100.0	100.1	100.9	103.1
5	103.1	100.9	100.1	100.0	100.0	100.1	100.9	103.1
6	102.0	100.4	100.0	100.1	100.1	100.0	100.4	102.0
7	100.6	100.0	100.4	100.9	100.9	100.4	100.0	100.6
8	100.0	100.6	102.0	103.1	103.1	102.0	100.6	100.0

(中間像位置)

M\N	1	2	3	4	5	6	7	8
1	25.0	19.4	16.3	15.0	15.0	16.3	19.4	25.0
2	19.4	12.8	8.9	7.2	7.2	8.9	12.8	19.4
3	16.3	8.9	4.6	2.6	2.6	4.6	8.9	16.3
4	15.0	7.2	2.6	0.5	0.5	2.6	7.2	15.0
5	15.0	7.2	2.6	0.5	0.5	2.6	7.2	15.0
6	16.3	8.9	4.6	2.6	2.6	4.6	8.9	16.3
7	19.4	12.8	8.9	7.2	7.2	8.9	12.8	19.4
8	25.0	19.4	16.3	15.0	15.0	16.3	19.4	25.0

【0055】そして、各中間像が縮小電子光学系4を介して投影されると、本来図7(A)のような像面湾曲が補正されて図7(B)のようになる。(ただし、図中像面位置の+方向はZ軸+方向である。)

【0056】本実施形態では、各要素電子光学系が形成する中間像の形成倍率を略同一にするために、第1から第4の電子レンズアレイを必要としたが、形成倍率がバラツキが無視できれば、各要素電子光学系の焦点距離を像面湾曲に応じて設定すればいいので、例えば、第1電子電子レンズアレイと第2レンズアレイがあれば十分である。

【0057】次に本実施形態のシステム構成図を図8に示す。BA制御回路11は、プランカーアレイBAのプランキング電極のon/offを個別に制御する制御回路、LAU制御回路12は、レンズアレイユニットLAUの電子光学特性(焦点距離)を制御する制御回路である。

【0058】D_STIG制御回路13は、ダイナミックステイグコイル8を制御して縮小電子光学系4の非点収差を制御する制御回路、D_FOCUS制御回路14は、ダイナミックフォーカスコイル7を制御して縮小電子光学系4のフォーカスを制御する制御回路、偏向制御回路15は偏向器6を制御する制御回路、光学特性制御回路16は、縮小電子光学系4の光学特性(倍率、歪曲、回転収差、光軸等)を調整する制御回路である。

【0059】ステージ駆動制御回路17は、 θ -Zステージ9を駆動制御し、かつXYステージ10の位置を検出

するレーザ干渉計LIMと共同してXYステージ10を駆動制御する制御回路である。

【0060】制御系20は、描画パターンが記憶されたメモリ21からのデータに基づいて、上記複数の制御回路を制御する。制御系20は、インターフェース22を介して電子ビーム露光装置全体をコントロールするCPU23によって制御されている。

【0061】(露光動作の説明)図8および図9を用いて本実施形態の電子ビーム露光装置の露光動作について説明する。

【0062】制御系20は、メモリ21からの露光制御データに基づいて、偏向制御回路15に命じ、偏向器6によって、複数の電子ビーム偏向させるとともに、BA制御回路11に命じ、ウエハ5に露光すべきパターンに応じてプランカーアレイBAのプランキング電極を個別にon/offさせる。この時XYステージ12はy方向に連続移動しており、XYステージの移動に複数の電子ビームが追従するように、ス偏向器6によって複数の電子ビームを偏向する。そして、各電子ビームは、図9に示すようにウエハ5上の対応する要素露光領域(EF)を走査露光する。各電子ビームの要素露光領域(EF)は、2次元に隣接するように設定されているので、その結果、同時に露光される複数の要素露光領域(EF)で構成されるサブフィールド(SF)が露光される。

【0063】制御系20は、サブフィールド(SF1)を露光後、次のサブフィールド(SF2)を露光する為に、偏向制

御回路15に命じ、偏向器6によって、ステージ走査方向（y方向）と直交する方向（x方向）に複数の電子ビームを偏向させる。この時、偏向によってサブフィールドが変わることにより、各電子ビームが縮小電子光学系4を介して縮小投影される際の収差も変わる。そこで、制御系20は、LAU制御回路12、D-STIG制御回路13、及びD_FOCUS制御回路14に命じ、変化した収差を補正するように、レンズアレイユニットLAU、ダイナミックスティグコイル8、およびダイナミックフォーカスコイル7を調整する。そして、再度、前述したように、各電子ビームが対応する要素露光領域（EF）を露光することにより、サブフィールド2（SF2）を露光する。そして、図9に示すように、サブフィールド（SF1～SF6）を順次露光してウエハ5にパターンを露光する。その結果、ウエハ5上において、ステージ走査方向（y方向）と直交する方向（x方向）に並ぶサブフィールド（SF1～SF6）で構成されるメインフィールド（MF）が露光される。

【0064】制御系22は、図9に示すメインフィールド1（MF1）を露光後、偏向制御回路15に命じ、順次、ステージ走査方向（y方向）に並ぶメインフィールド（MF2、MF3、MF4…）に複数の電子ビームを偏向させると共に露光し、その結果、図9に示すように、メインフィールド（MF2、MF3、MF4…）で構成されるストライプ（STRIPE1）を露光する。そして、XYステージ10をx方向にステップさせ、次のストライプ（STRIPE2）を露光する。

【0065】（デバイスの生産方法）次に上記説明した電子ビーム露光装置を利用したデバイスの生産方法の実施例を説明する。

【0066】図10は微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（露光制御データ作成）では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作成する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意した露光制御データが入力された露光装置とウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0067】図11は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸

化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によって回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0068】本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを低コストに製造することができる。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、荷電粒子線の数が増えても、制御系の対象の増加及び配線の高密度化を低減でき、安定で描画精度の高い露光ができるマルチ荷電粒子線描画装置を提供できる。また、この装置を用いてデバイスを製造すれば、従来以上に高精度なデバイスを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電子ビーム露光装置の要部概略を示す図。

【図2】実施形態1の補正電子光学系を説明する図。

【図3】プランカーアレイBAの偏向手段を説明する図。

【図4】第1電子光学系アレイLA1を説明する図。

【図5】第2電子光学系アレイLA2を説明する図。

【図6】電子ビームが補正電子光学系3によって受ける作用に関して説明する図。

【図7】補正前後の像面湾曲を説明する図。

【図8】実施形態1のシステム構成を説明する図

【図9】露光領域を説明する図。

【図10】半導体デバイス製造フローを説明する図。

【図11】ウエハプロセスを説明する図。

【図12】従来の要素電子光学系アレイを説明する図。

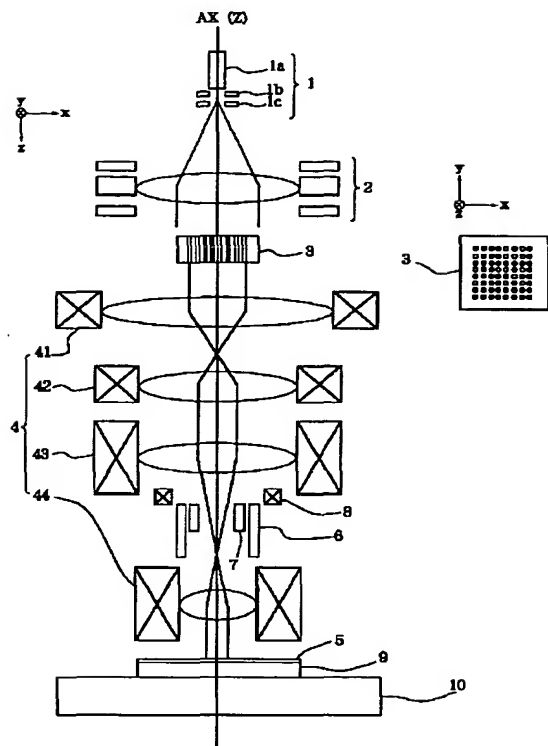
【符号の説明】

- 1 電子銃
- 2 コンデンサーレンズ
- 3 補正電子光学系
- 4 縮小電子光学系
- 5 ウエハ
- 6 偏向器
- 7 ダイナミックフォーカスコイル
- 8 ダイナミックスティグコイル
- 9 θ -Zステージ
- 10 XYステージ
- 11 BA制御回路

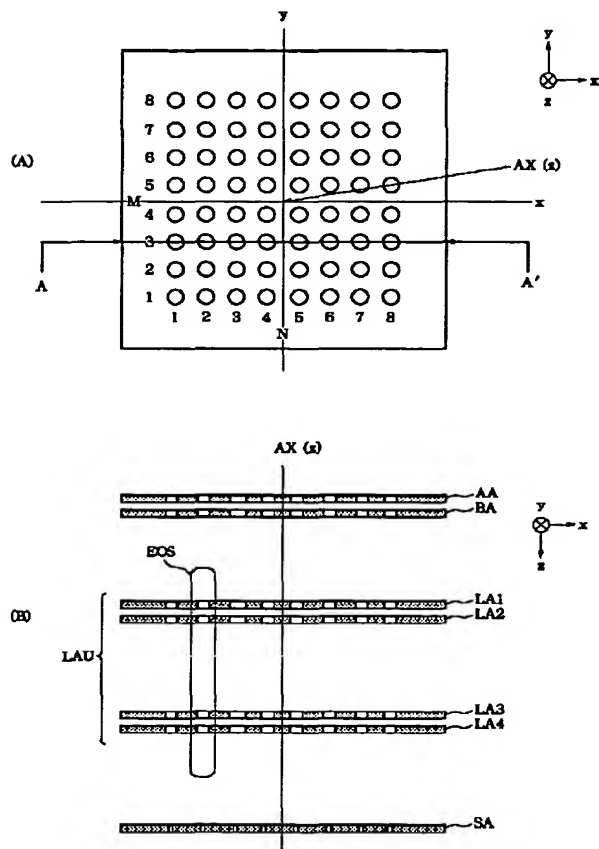
- 12 LAU制御回路
- 13 D_STIG制御回路
- 14 D_FOCUS制御回路
- 15 偏向制御回路
- 16 光学特性制御回路
- 17 ステージ駆動制御回路 17
- 20 制御系

- 21 メモリ
- 22 インターフェース
- 23 CPU
- AA アパーチャアレイ
- BA ブランカーアレイ
- LAU 要素電子光学系アレイユニット
- SA ストッパーアレイ

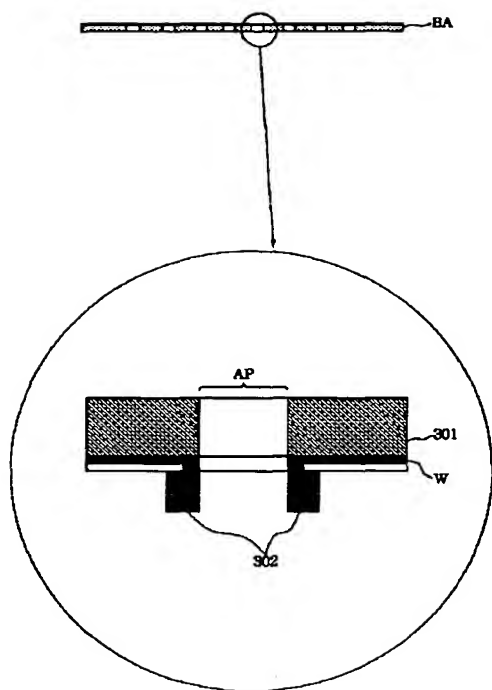
【図1】



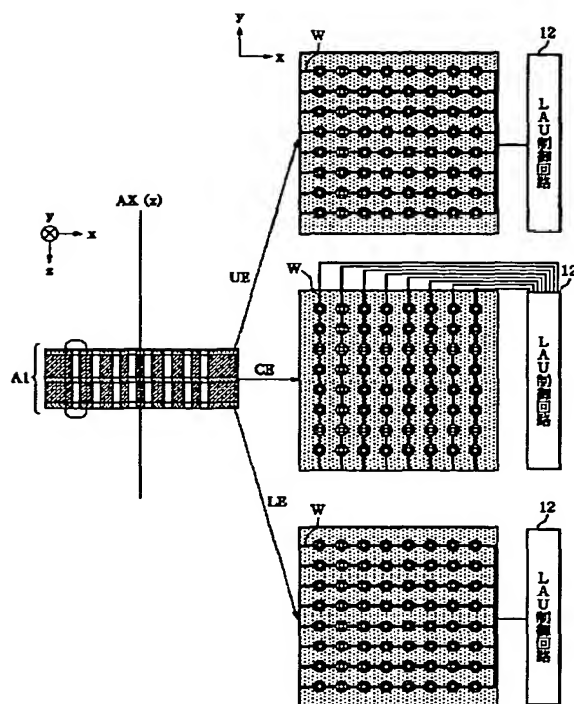
【図2】



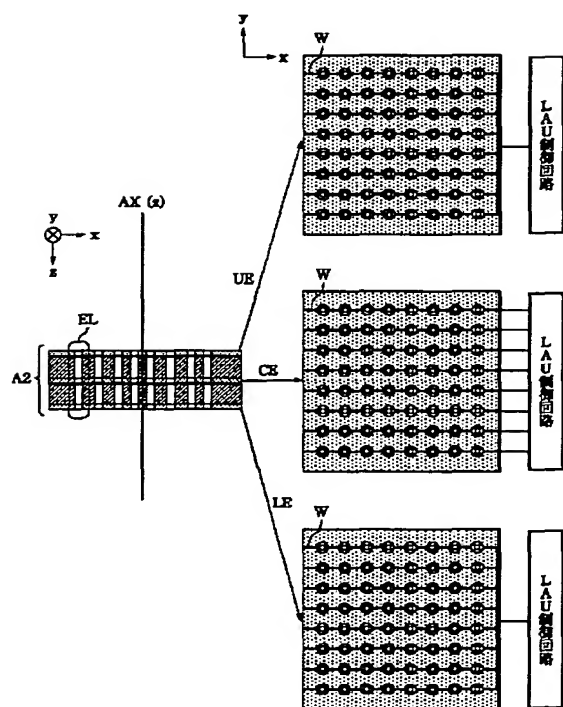
【図 3】



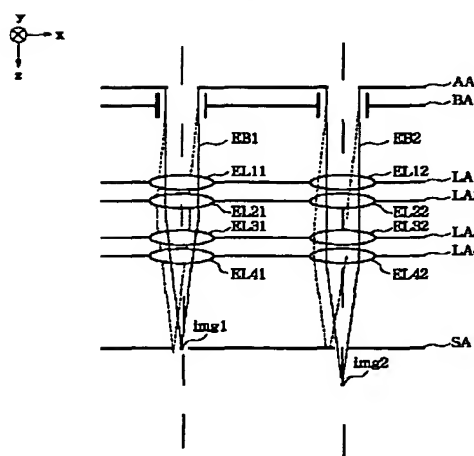
【図 4】



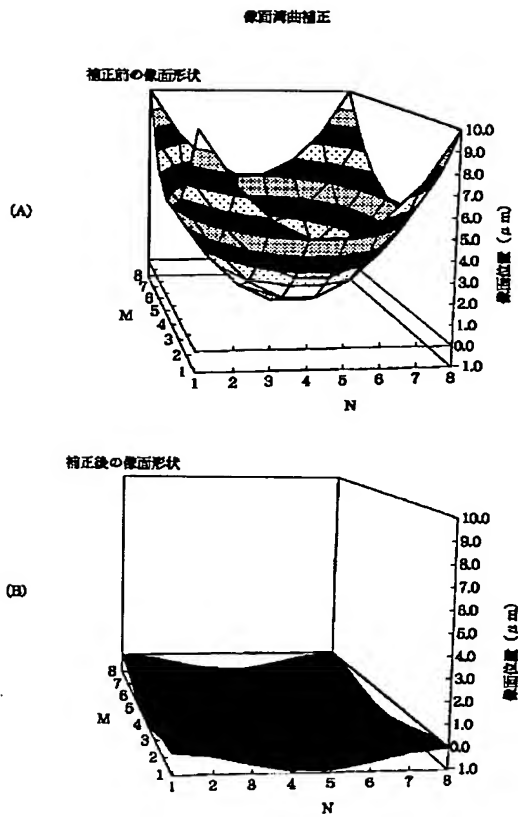
【図 5】



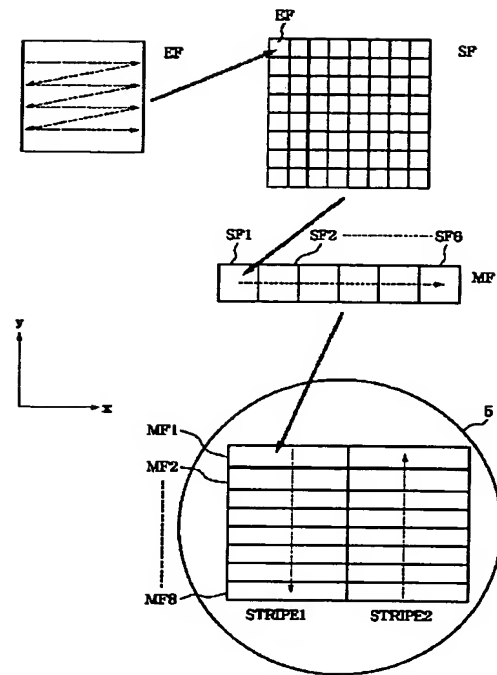
【図 6】



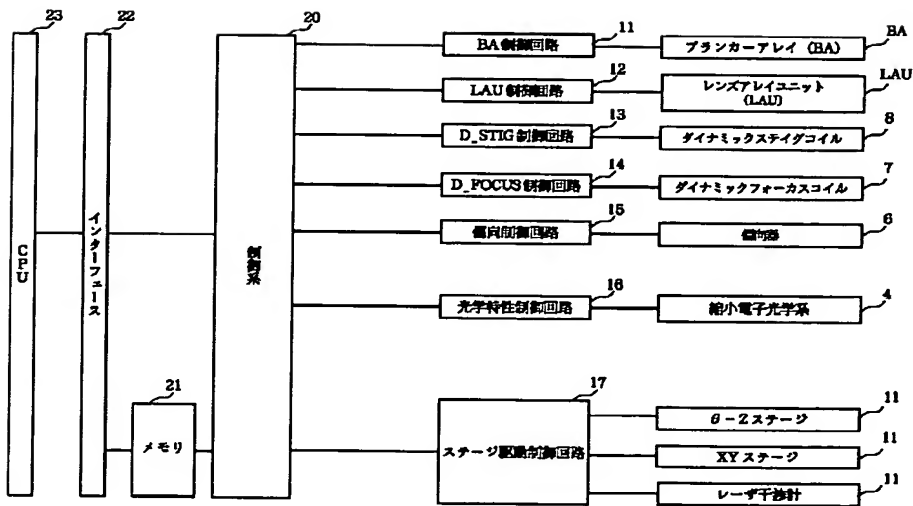
【図 7】



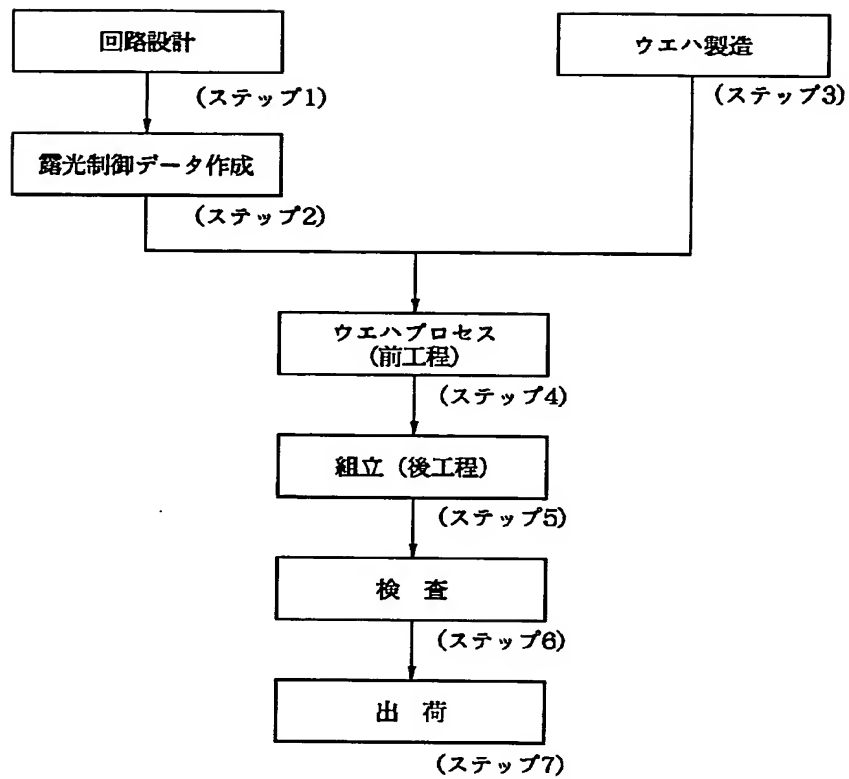
【図 9】



【図 8】

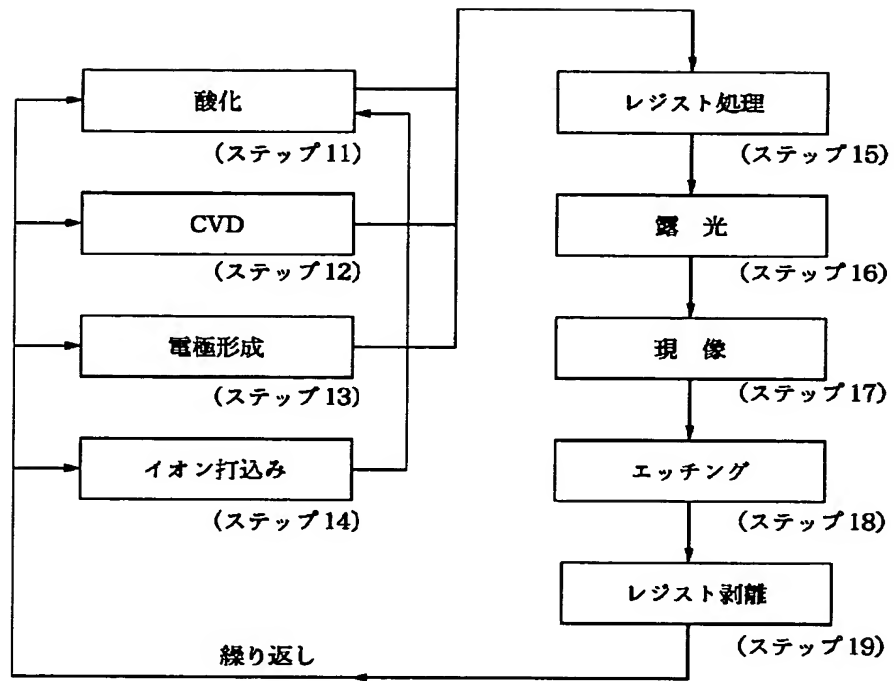


【図10】



半導体デバイス製造フロー

【図 11】



ウエハプロセス

【図 12】

